



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202520007 A

(43)公開日：中華民國 114 (2025) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：113120144

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 05 月 31 日

(51)Int. Cl. : **G03F9/00 (2006.01)**

(30)優先權：2023/06/15 歐洲專利局 23179421.5

(71)申請人：荷蘭商 A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)
荷蘭

(72)發明人：拉維錢德蘭 阿溫德 RAVICHANDRAN, ARVIND (IN) ; 伊莎 哈姆茲 ISSA, HAMZE (LB) ; 羅斯塔米 哈米德 ROSTAMI, HAMIDEH (FR) ; 德薩德 盧卡斯 DESARD, LUCAS (BE)

(74)代理人：林嘉興；張哲倫；蔡亦強

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：4 共 32 頁

(54)名稱

判定微影設備上之退化的方法

(57)摘要

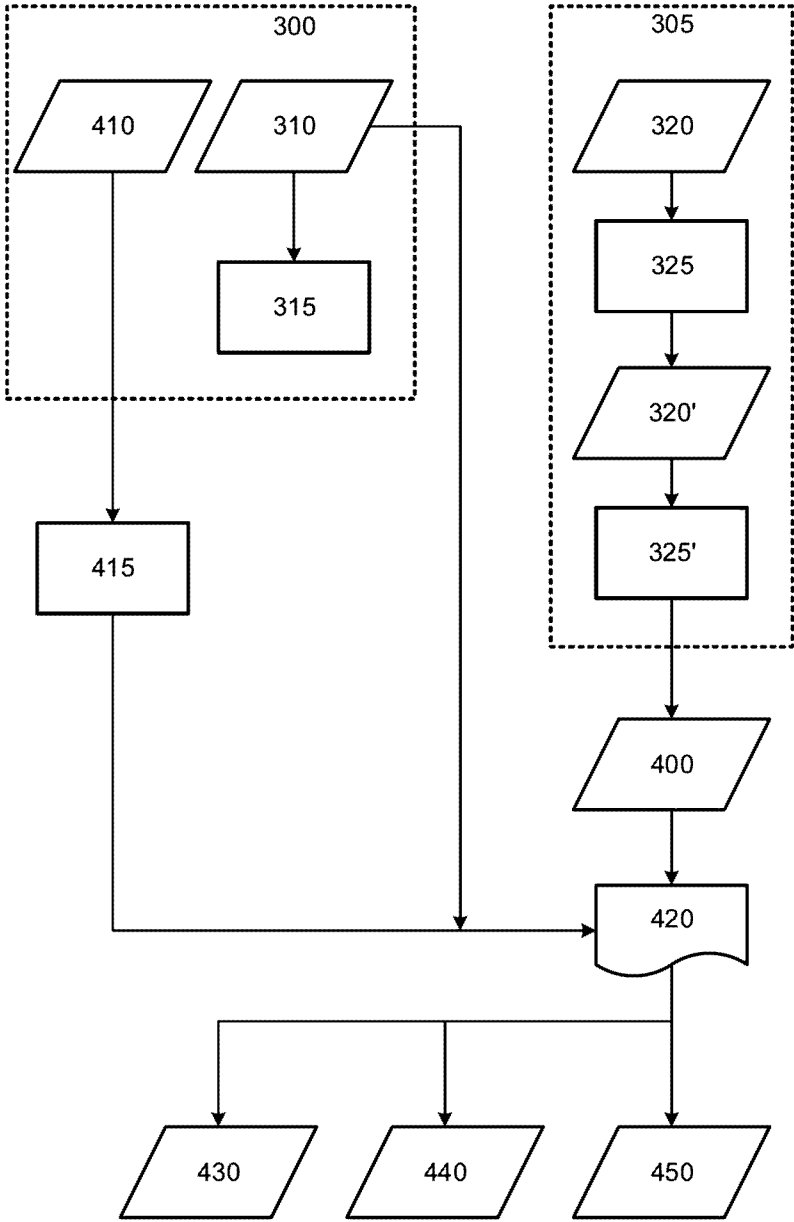
本發明揭示一種判定一微影設備上之基準件退化的方法，該方法包含：自該微影設備之一量測側獲得第一基準件度量衡資料；自該微影設備之一曝光側獲得第二基準件度量衡資料；判定描述該第一基準件度量衡資料與該第二基準件度量衡資料之間的一相關性之一相關性度量；及根據該相關性度量判定一基準件是否已退化。

Disclosed is a method of determining fiducial degradation on a lithographic apparatus, the method comprising: obtaining first fiducial metrology data from a measurement side of the lithographic apparatus; obtaining second fiducial metrology data from an exposure side of the lithographic apparatus; determining a correlation metric describing a correlation between said first fiducial metrology data and said second fiducial metrology data; and determining whether a fiducial has degraded from said correlation metric.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 300:量測側
- 305:曝光側
- 310:第一基準件度量衡資料
- 315:模型化
- 320:第二基準件度量衡資料
- 320':步驟
- 325:模型化
- 325':步驟
- 400:夾盤間差異
- 410:標記品質度量
- 415:步驟
- 420:步驟
- 430:多餘貢獻
- 440:對產品之影響
- 450:真標記量測資料



【圖4】



【發明摘要】

【中文發明名稱】

判定微影設備上之退化的方法

【英文發明名稱】

METHOD OF DETERMINING DEGRADATION ON A
LITHOGRAPHIC APPARATUS

【中文】

本發明揭示一種判定一微影設備上之基準件退化的方法，該方法包含：自該微影設備之一量測側獲得第一基準件度量衡資料；自該微影設備之一曝光側獲得第二基準件度量衡資料；判定描述該第一基準件度量衡資料與該第二基準件度量衡資料之間的一相關性之一相關性度量；及根據該相關性度量判定一基準件是否已退化。

【英文】

Disclosed is a method of determining fiducial degradation on a lithographic apparatus, the method comprising: obtaining first fiducial metrology data from a measurement side of the lithographic apparatus; obtaining second fiducial metrology data from an exposure side of the lithographic apparatus; determining a correlation metric describing a correlation between said first fiducial metrology data and said second fiducial metrology data; and determining whether a fiducial has degraded from said correlation metric.

【指定代表圖】

圖4

【代表圖之符號簡單說明】

300: 量測側

305: 曝光側

310: 第一基準件度量衡資料

315: 模型化

320: 第二基準件度量衡資料

320': 步驟

325: 模型化

325': 步驟

400: 夾盤間差異

410: 標記品質度量

415: 步驟

420: 步驟

430: 多餘貢獻

440: 對產品之影響

450: 真標記量測資料

【發明說明書】

【中文發明名稱】

判定微影設備上之退化的方法

【英文發明名稱】

METHOD OF DETERMINING DEGRADATION ON A
LITHOGRAPHIC APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於例如可用於藉由微影技術製造裝置之方法及設備，且係關於使用微影技術製造裝置之方法。

【先前技術】

【0002】 微影設備為將所要圖案施加至基板上(通常施加至基板之目標部分上)之機器。微影設備可用於(例如)積體電路(IC)之製造中。在彼情況下，圖案化裝置(其替代地稱作遮罩或倍縮光罩)可用於產生待形成於IC之個別層上的電路圖案。此圖案可轉印至基板(例如矽晶圓)上之目標部分(例如包括晶粒之部分、一個晶粒或數個晶粒)上。通常經由成像至設置於基板上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上而進行圖案之轉印。一般而言，單一基板將含有經連續地圖案化之鄰近目標部分之網路。此等目標部分通常被稱作「場」。

【0003】 在複雜裝置之製造中，通常執行許多微影圖案化步驟，藉此在基板上之連續層中形成功能性特徵。因此，微影設備之效能之關鍵態樣在於能夠相對於置於先前層中(藉由相同設備或不同微影設備)之特徵恰當且準確地置放所施圖案。出於此目的，基板具備一或多組對準標記。各標記為稍後可使用位置感測器(通常為光學位置感測器)量測其位置之結

構。微影設備包括一或多個對準感測器，可藉由該等感測器準確地量測基板上之標記之位置。不同類型之標記及不同類型之對準感測器自不同製造商及同一製造商之不同產品為吾人所知。

【0004】 在其他應用中，度量衡感測器用於量測基板上之經曝露結構(或在抗蝕劑中及/或在蝕刻之後)。快速且非侵入形式之特殊化檢測工具為散射計，其中將輻射光束導引至基板之表面上的目標上，且量測經散射光束或經反射光束之屬性。已知散射計之實例包括US2006033921A1及US2010201963A1中所描述之類型的角解析散射計。除了藉由重建構進行特徵形狀之量測以外，亦可使用此設備來量測基於繞射之疊對，如公開專利申請案US2006066855A1中所描述。使用繞射階之暗場成像進行之基於繞射之疊對度量衡使得能夠對較小目標進行疊對量測。可在國際專利申請案WO 2009/078708及WO 2009/106279中找到暗場成像度量衡之實例，該等申請案之文件特此以全文引用之方式併入。公開專利申請案US20110027704A 、 US20110043791A 、 US2011102753A1 、 US20120044470A 、 US20120123581A 、 US20130258310A 、 US20130271740A及WO2013178422A1中已描述該技術之進一步開發。此等目標可小於照明光點且可由晶圓上之產品結構包圍。可使用複合光柵目標而在一個影像中量測多個光柵。所有此等申請案之內容亦以引用之方式併入本文中。

【0005】 已知微影設備或「掃描儀」可包含量測側及曝光側。在量測側處，可量測晶圓上之標記相對於共同參考或基準件之位置。在曝光側處，相對於基準件量測倍縮光罩之位置及形狀。以此方式，建立量測側與曝光側之間之共同參考框架。因此，參考框架可用以使量測側晶圓量測與

所需曝光側曝光致動對準。

【0006】 用於分別在量測側及曝光側處對基準件執行量測之方法及/或位置係不同的。因為此差異，因此一些誤差(例如，由基準件之退化引起)僅由量測側而非由曝光側看到，且反之亦然。僅由量測側看到之誤差之實例為歸因於感測器上之保護層的退化或板標記退化之誤差。由於曝光側使用量測側量測作為參考，因此其無法校正不適用於量測之此等誤差，且因而此等誤差將在晶圓上之曝光中看到。

【發明內容】

【0007】 在第一態樣中，本發明提供一種判定一微影設備上之基準件退化的方法，該方法包含：自該微影設備之一量測側獲得第一基準件度量衡資料；自該微影設備之一曝光側獲得第二基準件度量衡資料；判定描述該第一基準件度量衡資料與該第二基準件度量衡資料之間的一相關性之一相關性度量；及根據該相關性度量判定一基準件是否已退化。

【0008】 在第二態樣中，本發明提供一種判定一微影設備上之基準件退化的方法，該方法包含：獲得與該微影設備之一第一基板支撐件相關的一第一集合之第二基準件度量衡資料，該第二基準件度量衡資料係獲自該微影設備之一曝光側；獲得與該微影設備之一第二基板支撐件相關的一第二集合之第二基準件度量衡資料；判定該第一集合之第二基準件度量衡資料與該第二集合之第二基準件度量衡資料的一差異；及根據該差異判定該第一基板支撐件及/或第二基板支撐件中之一或兩者上之一基準件是否已退化。

【0009】 亦揭示一種電腦程式及微影設備，其可操作以執行該第一態樣或第二態樣之該方法。

【0010】 本發明之以上及其他態樣將自以下所描述之實例之考慮因素而理解。

【圖式簡單說明】

【0011】 現將僅藉助於實例參考隨附圖式來描述本發明之實施例，在該等圖式中：

- 圖1描繪微影設備；
- 圖2示意性地繪示圖1之設備中之量測及曝光程序；
- 圖3為描述根據第一實施例之判定基準件退化的方法之流程圖；及
- 圖4為描述根據第二實施例之判定基準件退化之對產品之影響的方法之流程圖。

【實施方式】

【0012】 在詳細地描述本發明之實施例之前，有指導性的係呈現可供實施本發明之實施例之實例環境。

【0013】 圖1示意性地描繪微影設備LA。該設備包括：照明系統(照明器) IL，其經組態以調節輻射光束B (例如，UV輻射或DUV輻射)；圖案化裝置支撐件或支撐結構(例如，遮罩台) MT，其經建構以支撐圖案化裝置(例如，遮罩) MA且連接至經組態以根據某些參數來準確地定位圖案化裝置之第一定位器PM；兩個基板台(例如，晶圓台) WTa及WTb，其各自經建構以固持基板(例如，抗蝕劑塗佈晶圓) W且各自連接至經組態以根據某些參數來準確地定位基板之第二定位器PW；及投影系統(例如，折射投影透鏡系統) PS，其經組態以將由圖案化裝置MA賦予至輻射光束B之圖案投影至基板W之目標部分C (例如，包括一或多個晶粒)上。參考框架RF連接各種組件，且充當用於設定及量測圖案化裝置及基板之位置以及圖案化

裝置及基板上之特徵的位置之參考。

【0014】 照明系統可包括用於引導、塑形或控制輻射的各種類型之光學組件，諸如折射、反射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件或其任何組合。

【0015】 圖案化裝置支撐件MT以取決於圖案化裝置之定向、微影設備之設計及其他條件(諸如，是否將圖案化裝置固持於真空環境中)之方式來固持圖案化裝置。圖案化裝置支撐件可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術以固持圖案化裝置。圖案化裝置支撐件MT可為(例如)框架或台，其可視需要而固定或可移動。圖案化裝置支撐件可確保圖案化裝置(例如)相對於投影系統處於所要位置。

【0016】 本文所使用之術語「圖案化裝置」應被廣泛地解譯為係指可用以在輻射光束之橫截面中向輻射光束賦予圖案以便在基板之目標部分中產生圖案的任何裝置。應注意，舉例而言，若賦予至輻射光束之圖案包括相移特徵或所謂輔助特徵，則該圖案可不確切地對應於基板之目標部分中之所要圖案。大體而言，賦予至輻射光束之圖案將對應於目標部分中所創造之裝置(諸如，積體電路)中之特定功能層。

【0017】 如此處所描繪，設備屬於透射類型(例如，使用透射圖案化裝置)。替代地，設備可屬於反射類型(例如，使用如上文所提及之類型之可程式化鏡面陣列，或使用反射遮罩)。圖案化裝置之實例包括遮罩、可程式化鏡面陣列及可程式化LCD面板。可認為本文中對術語「倍縮光罩」或「遮罩」之任何使用均與更一般術語「圖案化裝置」同義。術語「圖案化裝置」亦可被解釋為係指以數位形式儲存用於控制此類可程式化圖案化裝置之圖案資訊的裝置。

【0018】 本文所使用之術語「投影系統」應被廣泛地解釋為涵蓋適於所使用之曝光輻射或適於諸如浸潤液體之使用或真空之使用之其他因素的任何類型之投影系統，包括折射、反射、反射折射、磁性、電磁及靜電光學系統，或其任何組合。可認為本文中對術語「投影透鏡」之任何使用均與更一般術語「投影系統」同義。

【0019】 微影設備亦可屬於以下類型：其中基板之至少一部分可由具有相對較高折射率之液體(例如，水)覆蓋，以便填充投影系統與基板之間的空間。亦可將浸潤液體施加至微影設備中之其他空間，例如，遮罩與投影系統之間的空間。浸潤技術在此項技術中被熟知用於增大投影系統之數值孔徑。

【0020】 在操作中，照明器IL自輻射源SO接收輻射光束。舉例而言，當該源為準分子雷射時，該與微影設備可為分離實體。在此類狀況下，不認為該源形成微影設備之部分，且輻射光束係憑藉包括(例如)合適導向鏡面及/或光束擴展器之光束遞送系統BD而自輻射源SO傳遞至照明器IL。在其他狀況下，舉例而言，當該源為水銀燈時，該源可為微影設備之整體部分。源SO及照明器IL視需要連同光束遞送系統BD一起可被稱作輻射系統。

【0021】 照明器IL可(例如)包括用於調整輻射光束之角強度分佈之調整器AD、積光器IN及聚光器CO。照明器可用以調節輻射光束，以在其橫截面中具有所要均一性及強度分佈。

【0022】 輻射光束B入射於固持於圖案化裝置支撐件MT上之圖案化裝置MA上，且由該圖案化裝置圖案化。在已橫穿圖案化裝置(例如，遮罩) MA的情況下，輻射光束B穿過投影系統PS，該投影系統PS將該輻射

光束聚焦至基板W之目標部分C上。藉助於第二定位器PW及位置感測器IF (例如，干涉裝置、線性編碼器、2-D編碼器或電容式感測器)，可準確地移動基板台WTa或WTb，例如以便將不同目標部分C定位於輻射光束B之路徑中。類似地，第一定位器PM及另一位置感測器(其未在圖1中明確地描繪)可用以(例如)在自遮罩庫之機械擷取之後或在掃描期間相對於輻射光束B之路徑來準確地定位圖案化裝置(例如，遮罩) MA。

【0023】 可使用遮罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準圖案化裝置(例如，遮罩) MA及基板W。儘管如所繪示之基板對準標記佔據專用目標部分，但該等標記可位於目標部分之間的空間中(此等標記被稱為切割道對準標記)。類似地，在超過一個晶粒設置於圖案化裝置(例如，遮罩) MA上的情形下，遮罩對準標記可位於晶粒之間。小對準標記亦可在裝置特徵當中包括於晶粒內，在此狀況下，需要使標記物儘可能地小且無需與鄰近特徵不同的任何成像或處理條件。下文進一步描述偵測對準標記物之對準系統。

【0024】 可在多種模式下使用所描繪設備。在掃描模式下，在將賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分C上時，同步地掃描圖案化裝置支撐件(例如，遮罩台) MT及基板台WT (亦即，單次動態曝光)。可藉由投影系統PS之放大率(縮小率)及影像反轉特性來判定基板台WT相對於圖案化裝置支撐件(例如遮罩台) MT之速度及方向。在掃描模式下，曝光場之最大大小限制單次動態曝光中之目標部分之寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之長度(在掃描方向上)。如在此項技術中為所熟知，其他類型之微影設備及操作模式係可能的。舉例而言，步進模式係已知的。在所謂「無遮罩」微影中，可程式化圖案化裝置經保持靜止，但具

有改變之圖案，且移動或掃描基板台WT。

【0025】 亦可使用對上文所描述之使用模式的組合及/或變化或完全不同的使用模式。

【0026】 微影設備LA屬於所謂的雙載物台類型，其具有兩個基板台WTa、WTb以及兩個站--曝光站EXP及量測站MEA--在該兩個站之間可交換該等基板台。在曝光站處曝光一個基板台上之一個基板的同時，可在量測站處將另一基板裝載至另一基板台上且進行各種預備步驟。此情形實現設備之產出率之相當巨大增加。預備步驟可包括使用位階感測器LS來映射基板之表面高度輪廓，及使用對準感測器AS來量測對準標記物在基板上之位置。若位置感測器IF不能夠在基板台處於量測站以及處於曝光站時不能夠量測該基板台之位置，則可提供第二位置感測器以使得能夠在兩個站處追蹤基板台相對於參考框架RF之位置。代替所展示之雙載物台配置，其他配置係已知且可用的。舉例而言，提供基板台及量測台之其他微影設備為已知的。此等基板台及量測台在執行預備量測時銜接在一起，且接著在基板台進行曝光時不銜接。

【0027】 圖2繪示用以曝光圖1之雙載物台設備中的基板W上之目標部分(例如，晶粒)的步驟。量測站MEA處所執行之步驟係在虛線框之左側，而右側展示曝光站EXP處所執行之步驟。有時，基板台WTa、WTb中之一者將位於曝光站處，而另一者位於量測站處，如上文所描述。出於此描述之目的，假定基板W已經裝載至曝光站中。在步驟200處，藉由未展示之機構將新基板W'裝載至設備。並行地處理此兩個基板以便增加微影設備之產出率。

【0028】 最初參考新近裝載之基板W'，此基板可為先前未經處理之

基板，其係利用新光阻而製備以供在設備中第一次曝光。然而，一般而言，所描述之微影程序將僅僅為一系列曝光及處理步驟中之一個步驟，使得基板W'已經通過此設備及/或其他微影設備數次，且亦可經歷後續程序。尤其對於改良疊對效能之問題，任務應為確保新圖案經確切地施加於已經經受圖案化及處理之一或多個循環之基板上之正確位置中。此等處理步驟逐漸地在基板中引入失真，該等失真必須經量測及校正以達成令人滿意的疊對效能。

【0029】可在其他微影設備中執行先前及/或後續圖案化步驟(如剛才所提及)，且可甚至在不同類型之微影設備中執行先前及/或後續圖案化步驟。舉例而言，裝置製造程序中之在諸如解析度及疊對之參數方面要求極高之一些層相比於要求較不高之其他層可在更先進微影工具中予以執行。因此，一些層可曝光於浸潤型微影工具中，而其他層曝光於『乾式』工具中。一些層可曝光於在DUV波長下工作之工具中，而其他層係使用EUV波長輻射予以曝光。

【0030】在202處，使用基板標記P1等及影像感測器(未展示)之對準量測係用於量測及記錄基板相對於基板台WTa/WTb之對準。另外，將使用對準感測器AS來量測遍佈基板W'之數個對準標記。在一個實施例中，此等量測係用以建立一「晶圓柵格」，該晶圓柵格極準確地映射遍佈基板之標記之分佈，包括相對於一標稱矩形柵格之任何失真。

【0031】在步驟204處，亦使用位階感測器LS來量測相對於X-Y位置之一晶圓高度(Z)圖。習知地，該高度圖係僅用以達成經曝光圖案之準確聚焦。該高度圖可另外用於其他目的。

【0032】當裝載基板W'時，接收到配方資料206，其定義待執行之

曝光，且亦定義晶圓及先前產生之圖案及待產生於該基板W'上之圖案之屬性。針對此等配方資料添加在202、204處進行之晶圓位置、晶圓柵格及高度圖之量測，使得可將配方及量測資料之完整集合208傳遞至曝光站EXP。對準資料之量測(例如)包含以與為微影程序之產品的產品圖案成固定或標稱固定關係而形成之對準目標之X位置及Y位置。恰好在曝光之前獲得之此等對準資料用以產生一對準模型，該對準模型具有將模型擬合至資料之參數。此等參數及對準模型將在曝光操作期間使用以校正當前微影步驟中所應用之圖案之位置。在使用中之模型內插計算經量測位置之間的位置偏差。一習知對準模型可能包含四個、五個或六個參數，該等參數一起以不同尺寸界定『理想』柵格之平移、旋轉及縮放。使用更多參數之進階模型係已知的。

【0033】 在210處，調換晶圓W'與W，使得經量測基板W'變成基板W而進入曝光站EXP。在圖1之實例設備中，藉由交換設備內之支撐件WTa及WTb來執行此調換，使得基板W、W'保持準確地經夾持且定位於彼等支撐件上，以維持基板台與基板自身之間的相對對準。因此，一旦已調換該等台，則為了利用用於基板W（以前為W'）之量測資訊202、204以控制曝光步驟，必需判定投影系統PS與基板台WTb（以前為WTa）之間的相對位置。在步驟212處，使用遮罩對準標記M1、M2來執行倍縮光罩對準。在步驟214、216、218中，將掃描運動及輻射脈衝應用於遍佈基板W之連續目標位置處，以便完成數個圖案之曝光。

【0034】 藉由在執行曝光步驟中使用量測站處所獲得之對準資料及高度圖，使此等圖案相對於所要地點準確地對準，且尤其相對於先前放置於同一基板上之特徵準確地對準。在步驟220處自設備卸載現在標註為W''

之經曝光基板，以根據經曝光圖案使其經歷蝕刻或其他程序。

【0035】 熟習此項技術者應知曉上述描述為真實製造情形之一個實例中所涉及之多個極詳細步驟的簡化綜述。舉例而言，常常將存在使用相同或不同標記之粗略及精細量測之單獨階段，而非在單一遍次中量測對準。粗略及/或精細對準量測步驟可在高度量測之前或在高度量測之後執行，或交錯執行。

【0036】 在圖2之流程中，在量測側上，相對於參考配置或基準件量測在步驟202處量測到之晶圓對準資料及在步驟204處量測到之晶圓高度/調平資料兩者。舉例而言，基準件可包含晶圓載物台或夾盤(更一般而言，基板支撐件)上之基準件感測器及複數個參考結構(例如，一組標記)，該複數個參考結構分別包含基板支撐件上之一或多個參考結構或標記及倍縮光罩及/或倍縮光罩載物台上之一或多個參考結構或標記。

【0037】 在量測側上，對準感測器及/或調平感測器在對準及調平期間照明基準件表面上之一或多個基板支撐標記(通常將執行此兩者；然而，本文中所揭示之概念個別地適用於在平行於基板平面之一或兩個維度及/或垂直於基板平面之方向上的量測與曝光匹配)。因此，藉由晶圓對準資料(晶圓上之對準結構或標記之量測)相對於基準件描述晶圓平面中之經對準晶圓位置，及/或藉由調平資料相對於基準件描述垂直於晶圓平面之方向上的晶圓位置。通常，量測基準件上之大於一個標記，從而使能夠特性化或模型化基準件表面之形狀，且因此，此形狀隨時間推移之任何漂移。此可使用對準模型化技術來完成，例如以量測及模型化相對於假定完美平坦表面的各標記之標稱或預期位置之經對準位置偏差(APD)。

【0038】 在曝光側上，步驟212之倍縮光罩對準步驟使倍縮光罩相

對於基準件對準。此可藉由使用基準件上之基準件感測器來達成以經由倍縮光罩及/或倍縮光罩載物台上之一或多個參考結構或標記來量測照明(例如，來自曝光源)。除了倍縮光罩載物台定位以外，亦可在曝光側處執行其他校正，例如，基於亦可由基準件感測器執行之透鏡像差量測(波前量測)之透鏡校正。

【0039】 在各自相對於基準件執行此等量測步驟202、204、212時，可判定倍縮光罩相對於晶圓之位置。

【0040】 曝光側度量衡使用量測側度量衡作為基線且假定量測係正確的。舉例而言，曝光側將基於在量測側上量測到之基準件表面形狀而校正曝光側量測及/或模型(例如，用於倍縮光罩形狀及/或透鏡像差)。

【0041】 通常在微影設備之設定期間執行初始校準步驟(有時被稱作量測與曝光匹配)。明確地，使用量測側中之「載物台對準」量測及曝光側上之「倍縮光罩對準」量測來進行此匹配。此匹配校準曝光側基準件度量衡與量測側基準件度量衡之間歸因於各側處所使用的不同方法的任何差異。在生產期間，基準件經受時間漂移。因而，對基準件常規地執行量測側度量衡以特性化/模型化此漂移。以此方式，在曝光側處將考慮基準件隨時間推移之任何改變。然而，此漂移之監測在如下假定下工作：經量測基準件將在量測側及曝光側上被視為相同的，使得捕捉到相同基準件時間漂移。

【0042】 然而，由於各側上之量測方法及經量測結構不同，因此並非總是此狀況，且實務上將在各側上偵測到經量測漂移之差異。特定言之，由於僅量測側量測基準件之表面(上之標記)，而非使用基準件內之攝影機/偵測器，因此將僅在量測側上偵測使此表面及/或其上之標記退化的

任何事物。此退化包括標記自身及/或基準件塗層之退化。

【0043】 一旦量測側度量衡經模型化，則經模型化資料將包含描述基準件表面形狀之主基準件描述分量及由基準件退化產生之額外干擾分量。在曝光側上，將不量測此額外干擾分量，而僅量測主分量。曝光側控制因此將不正確地假定此額外干擾分量已源自曝光側誤差(例如倍縮光罩、透鏡及/或倍縮光罩載物台誤差)且判定針對此之錯誤校正(例如經由倍縮光罩、透鏡及/或倍縮光罩載物台控制/致動)。此等錯誤「校正」將直接負責最終產品中之成像誤差。

【0044】 基準件板退化及其對於對產品之效能之效應為對於微影設備中之基準件調換的主要原因。

【0045】 為了解決此問題，提議用於偵測可僅藉由量測側量測此基準件退化(例如，由在量測側上量測到之基準件表面隨時間推移之改變引起)之存在的方法。在另一實施例中，亦提議一種用於定量此基準件退化之對產品之效應的方法。

【0046】 舉例而言，提議判定描述量測側度量衡資料與曝光側度量衡資料之間的相關性程度之相關性度量。此相關性度量可用以識別基準件表面/標記退化之起始；例如，具體地一旦相關性達到指示高相關性之臨限值，則可假定基準件表面/標記退化存在且對於對產品之效能有影響。此可直觀地理解為量測側基準件度量衡及曝光側基準件度量衡通常量測預期為將不相關的極不同的不相關參數(例如基準件表面形狀相對於透鏡像差)。因此，任何足夠強相關性有可能具有共同原因，且此共同原因將來自量測側基準件度量衡。

【0047】 因而，揭示一種方法，其包含：獲得自微影設備之量測側

獲得之至少第一基準件度量衡資料及自微影設備之曝光側獲得之第二基準件度量衡資料；判定描述該第一基準件度量衡資料與該第二基準件度量衡資料之間的相關性之相關性度量；及根據該相關性度量判定基準件是否已退化。

【0048】圖3為描述用於偵測可僅藉由量測側量測之基準件退化之開始的此第一方法之流程圖。微影設備包含量測側300及曝光側305。對量測側300執行之基準件度量衡產生第一基準件度量衡資料310。此第一基準件度量衡資料310可包含基準件表面上之一個或標記的位置量測或APD量測及/或調平資料。此第一基準件度量衡資料310可經模型化315以獲得基準件表面(第一模型)之模型描述。在一特定非限制性實例中，模型參數可包含平移、旋轉、放大及視情況存在之高階項。在曝光側305上執行之基準件度量衡產生第二基準件度量衡資料320。舉例而言，此第二基準件量測資料可包含對應透鏡像差資料/波前資料(例如呈澤爾尼克係數(Zernike coefficients)之形式)。此第二基準件度量衡資料320可經模型化325以獲得曝光透鏡像差(第二模型)之模型描述。在步驟330處，可判定描述第一基準件度量衡資料310與第二基準件度量衡資料320之間的相關性之相關性度量。此相關性度量可根據原始資料310、320或步驟315、325之後的經模型化資料判定相關性。基於相關性度量(例如，藉由與臨限值進行比較)，可識別到基準件表面或其上之標記開始退化至不可接受的層級之時間；此可為相關性較高的時間。基於此情形，可執行維護動作(例如，基準件替換)。

【0049】在一實施例中，相關性度量可藉由使用(例如)中值濾波器對曝光側(例如，批次校正)參數進行濾波予以判定。中值濾波器歸因於其

對於一些特定雜訊類型(諸如，「高斯」、「無規」及「鹽及胡椒」雜訊)之良好效能而為熟知順序統計量濾波器。藉由中值濾波器， $M \times M$ 鄰域之中心像素經替換為對應窗之中位值。此濾波器可用以自曝光側參數移除雜訊。

【0050】 在一實施例中，相關性度量可藉由以開視窗方法計算(例如經濾波或經清潔)第一基準件度量衡資料(例如以模型化形式；亦即曝光側或第一模型參數)與對應第二基準件度量衡資料(例如以模型化形式；亦即量測側或第二模型參數)之間的斯皮爾曼(spearman)相關性予以判定。藉助於特定實例，可定義例如15天之窗，其中該窗在各相關計算之後滑動一天。斯皮爾曼相關性具有-1至+1的範圍，其中-1指示高負相關性，而+1指示高正相關性。

【0051】 在識別基準件開始退化之時刻之後，在一實施例中，提議定量曝光側參數與量測側參數之間之共同漂移速率。使用此共同漂移速率，有可能(例如)藉由使用線性回歸及相關性技術進行對曝光側量測之多少漂移係歸因於板退化之合理估計。此情形歸因於如下事實係可能的：在大多數狀況下，一旦基準件開始退化，此將為漂移之主要促成因素，且因此可假定基準件退化為此共同漂移之唯一原因。一旦經定量，就可在後續模型化中將等效校正提供至量測側度量衡，使得可減輕基準件退化問題。然而，將在第二實施例之上下文中描述用於判定校正之較佳方法。

【0052】 用於解決相同基準件退化問題之第二實施例可使用曝光側度量衡資料(第二基準件度量衡資料)之夾盤間差異作為用於判定基準件何時開始退化之度量。此實施例亦可使得能夠判定基準件退化之對產品之影響(例如，就疊對而言)。夾盤間差異可包含微影設備之兩個夾盤(基板支

撐件)之間的(例如，經模型化)曝光側量測(例如，波前感測器/澤爾尼克量測)之間的差異。如已關於圖2所描述，藉由交換設備內之夾盤或基板支撐件來執行量測側與曝光側之間的調換，使得晶圓保持經夾持至設備之兩側上的單一支撐件。此外，在曝光側校準量測(例如批次校正)之狀況下，使用相同曝光元件(例如光源、倍縮光罩、透鏡)執行校準。因此，可假定，任何夾盤間差異可僅源自量測側且等於來自基準件退化(例如，各夾盤上之表面及/或標記的退化)之退化貢獻。此尤其為不存在關於由曝光側使用之基準件中的感測偵測器的問題的狀況。

【0053】 因而，揭示一種方法，其包含：獲得與微影設備之第一基板支撐件相關的至少第一集合之第二基準件度量衡資料及與微影設備之第二基板支撐件相關的第二集合之第二基準件度量衡資料，該第二基準件度量衡資料係獲自微影設備之曝光側；判定該第一集合之第二基準件度量衡資料與該第二集合之第二基準件度量衡資料的差異；及根據該差異判定該第一基板支撐件及第二基板支撐件中之一或兩者上之基準件是否已退化。

【0054】 該方法可進一步包含以下步驟：自微影設備之量測側獲得第一基準件度量衡資料；及根據該第一基準件度量衡資料及該差異判定基準件退化之對產品之影響及/或針對該基準件退化之該影響校正的經校正第一基準件度量衡資料中之一或兩者。該方法可基於用以模型化該第一基準件度量衡資料之該模型之一逆模型而判定基準件退化之該對產品之影響及/或經校正第一基準件度量衡資料。該方法可判定基準件退化之該對產品之影響及/或針對該基準件上之量測結構或標記的子集的效應之經校正第一基準件度量衡資料，該子集係基於針對該等量測結構中之各者之量測結構品質度量或標記品質度量而判定。

【0055】圖4為描述此類實施例之流程圖。如前文所述，在曝光側305上，第二基準件度量衡資料320可經模型化325以獲得曝光透鏡像差之模型描述。針對另一夾盤重複此320'、325'，在此之後，判定步驟325及325'處之經模型化資料之間的夾盤間差異400。在一個實施例中，此夾盤間差異400可簡單地用以例如藉由比較其與臨限值而判定顯著基準件退化的存在(例如，若夾盤間差異400變得過大以致通過臨限值，則可假定基準件退化)。舉例而言，此可觸發維護動作。

【0056】然而，該方法亦可包含判定退化之對產品之影響。此情形之優點為：基於曝光側度量衡而執行之任何曝光側校正可考慮此經判定對產品之影響。目前，僅由量測側看到之任何退化將導致針對此退化之效應的錯誤「校正」。在一實施例中，判定此退化之對產品之影響使其能夠與其他(真實)曝光側誤差貢獻因素隔離，使得可判定任何校正以便不校正基準件退化貢獻。此可例如在基於波前/像差度量衡之批次校正中達成。

【0057】再次參考圖4，可根據夾盤間差異400及第一基準件度量衡資料310 (例如，基準件標記之原始位置資料，而非經模型化資料315)判定420對產品之影響(例如，疊對影響) 440。此可使用反向基準件表面模型來達成。為了獲得基準件表面之描述，基準件表面模型可用以模型化315第一基準件度量衡資料310。然而，在基準件表面或標記退化存在下，在步驟315處之經模型化資料將包含(真)形狀貢獻及來自退化之干擾貢獻。步驟420可基於此干擾貢獻430為夾盤間差異400之唯一貢獻者的假設而使用此模型之倒數以將多餘貢獻430及其就對產品之疊對而言之影響440與真標記量測資料450 (亦即，已針對多餘貢獻430校正之經校正第一基準件度量衡資料)隔離。曝光側度量衡接著可使用經模型化真標記量測

資料450以在判定曝光校正中描述基準件表面。應注意，此對產品之影響440可為每個夾盤個別地判定。

【0058】 通常，第一基準件度量衡資料310可包含針對多個標記(例如四個標記)之量測(例如，基準件包含至少四個標記用於形狀判定及模型化)。然而，在一些實施例中，第二基準件度量衡資料320、320'可具有不足以充分特性化針對所有此等標記之干擾貢獻的種類。藉助於一特定實例，可存在僅兩個在步驟325、325'處模型化之澤爾尼克(例如，Z2,2及Z2,3)，從而提供兩個函數。在考慮到與此等兩個澤爾尼克相關之一第三已知函數的情況下，此意謂步驟420可僅能夠同時對標記中之三者之逆模型進行求解。

【0059】 幸運地，可瞭解，所有四個標記將同時顯著地退化係極不可能的。因而，可執行一標記評估步驟415以判定在步驟420處應求解哪一或多個標記。標記評估415可基於針對各標記之各別標記品質度量410。目前，量測側(對準感測器)已判定呈多重相關性係數MCC形式的一適合的標記品質度量410。可監測各標記之標記品質度量，且當一個(或多個)通過一臨限值時，可執行方法之剩餘部分以判定對產品之影響440及/或經模型化真標記量測資料450。當然，在步驟325、325'處使用一較全面模型像差模型之情況下，可有可能針對所有標記同時地求解逆模型且可不需要參考一標記品質度量。

【0060】 此方法可視情況包含一額外驗證步驟，其中對產品之影響440可藉由將其與第一經量測(例如且經模型化)疊對或所關注參數資料(例如，如藉由一散射計所量測)進行比較而予以驗證。為了進行與對產品之影響440之正確比較，應將可歸因於基準件退化之疊對影響貢獻與疊對資

料隔離。此可藉由緊接在一基準件調換之後(例如，當基準件已知為良好且並未退化時)自經量測疊對資料取得第二經量測疊對或所關注參數資料來進行；例如，可相對於基準件調換之前及之後的(例如，經模型化)疊對資料之差異驗證對產品之影響⁴⁴⁰。此自所關注疊對影響移除其他漂移掃描儀組件之效應。

【0061】 可瞭解，藉由圖3及圖4所描述之方法具有各別優點及缺點。相關性度量為識別是否存在任何量測側問題之一簡單但相對粗糙的方式。該方式需要較低空間頻繁之資料，例如，可使用來自量測側及曝光側之經模型化結果，且可快速地計算相關性。此方法之一關鍵優點在於其不管多個標記退化仍指示板健康之能力。一關鍵限制為其無法定量化歸因於基準件退化之任何對產品之影響。此外，在出現兩個夾盤上超過三個標記同時退化之情形之情況下，此方法將不起作用。此外，在兩個夾盤以類似方式退化(例如造成同一方向上之模型化影響)之罕見狀況下，夾盤間值將不產生影響。因而，此等方法可為替代方案，或可為互補的。舉例而言，可首先使用圖3之較簡單方法以識別是否存在一問題，其中圖4之方法用以量化問題之影響及/或校正用於此影響之量測資料。

【0062】 雖然描述關於對準及基準件標記退化之特定實例，但該方法可被理解為同樣適用於調平，其中基準件塗層退化可導致可僅在量測側上量測之一漂移。該等原理完全相同。

【0063】 本文中之概念同樣適用於結合單獨對準工具或對準台使用之單載物台微影設備或掃描器，其中對準台為量測側且掃描器為曝光側。因而，微影設備配置可包含具有獨立對準站之雙載物台微影設備或單載物台微影設備。

【0064】雖然上文已描述本發明之特定實施例，但應瞭解，可以與所描述之方式不同的其他方式來實踐本發明。

【0065】儘管上文可特定地參考在光學微影之上下文中對本發明之實施例之使用，但應瞭解，本發明可用於其他應用(例如壓印微影)中，且在上下文允許之情況下不限於光學微影。在壓印微影中，圖案化裝置中之構形(topography)限定產生於基板上之圖案。可將圖案化裝置之構形壓入經供應至基板之抗蝕劑層中，在該基板上，該抗蝕劑係藉由施加電磁輻射、熱、壓力或其組合而固化。在抗蝕劑固化之後將圖案化裝置移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

【0066】本文中所使用之術語「輻射」及「光束」涵蓋所有類型之電磁輻射，包括紫外線(UV)輻射(例如，具有為或約為365、355、248、193、157或126 nm)及極紫外線(EUV)輻射(例如具有在1至100 nm的範圍內之波長)，以及粒子束，諸如離子束或電子束。

【0067】術語「透鏡」在上下文允許的情況下可指各種類型之光學組件中之任一者或組合，包括折射、反射、磁性、電磁及靜電光學組件。反射組件很可能用於在UV及/或EUV範圍內操作之設備中。

【0068】本發明之廣度及範疇不應受上文所描述之例示性實施例中之任一者限制，而應僅根據以下申請專利範圍及其等效物來限定。

【符號說明】

【0069】

200: 步驟

202: 步驟

204: 步驟

206: 配方資料

208: 完整集合

210: 步驟

212: 步驟

214: 步驟

216: 步驟

218: 步驟

220: 步驟

300: 量測側

305: 曝光側

310: 第一基準件度量衡資料

315: 模型化

320: 第二基準件度量衡資料

320': 步驟

325: 模型化

325': 步驟

330: 步驟

400: 夾盤間差異

410: 標記品質度量

415: 步驟

420: 步驟

430: 多餘貢獻

440: 對產品之影響

450: 真標記量測資料

AD: 調整器

AS: 對準感測器

B: 輻射光束

BD: 光束遞送系統

C: 目標部分

CO: 聚光器

EXP: 曝光站

IF: 位置感測器

IL: 照明器

IN: 積光器

LA: 微影設備

LS: 位階感測器

M1: 遮罩對準標記

M2: 遮罩對準標記

MA: 圖案化裝置

MEA: 量測站

MT: 圖案化裝置支撐件

P1: 基板對準標記

P2: 基板對準標記

PM: 第一定位器

PS: 投影系統

PW: 第二定位器

RF: 參考框架

SO: 輻射源

W: 基板

W': 基板

W": 經曝光基板

WTa: 基板台

WTb: 基板台

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種判定一微影設備上之基準件退化的方法，該方法包含：

自該微影設備之一量測側獲得第一基準件度量衡資料；

自該微影設備之一曝光側獲得第二基準件度量衡資料；

判定描述該第一基準件度量衡資料與該第二基準件度量衡資料之間的一相關性之一相關性度量；及

根據該相關性度量判定一基準件是否已退化。

【請求項2】

如請求項1之方法，其中該第一基準件度量衡資料包含該基準件之一基準件表面的一描述。

【請求項3】

如請求項2之方法，其中該基準件之一基準件表面的該描述包含描述一或多個量測結構在該基準件表面上之一位置的對準感測器資料。

【請求項4】

如請求項2或3之方法，其中該基準件之一基準件表面的該描述包含描述在該基準件表面上之一高度的位階感測器資料。

【請求項5】

如請求項1至3中任一項之方法，其中該第二基準件度量衡資料包含描述該微影設備之一透鏡的像差之波前資料。

【請求項6】

如請求項1至3中任一項之方法，其包含判定該第一基準件度量衡資料與該第二基準件度量衡資料之間的一共同漂移速率；且

根據該共同漂移速率判定針對控制該微影設備之一校正。

【請求項7】

如請求項1至3中任一項之方法，其中該相關性度量可包含一斯皮爾曼(spearman)相關性。

【請求項8】

一種判定一微影設備上之基準件退化的方法，該方法包含：

獲得與該微影設備之一第一基板支撐件相關的一第一集合之第二基準件度量衡資料，該第二基準件度量衡資料係獲自該微影設備之一曝光側；

獲得與該微影設備之一第二基板支撐件相關的一第二集合之第二基準件度量衡資料；

判定該第一集合之第二基準件度量衡資料與該第二集合之第二基準件度量衡資料之一差異；及

根據該差異判定該第一基板支撐件及/或第二基板支撐件中之任一或兩者上之一基準件是否已退化。

【請求項9】

如請求項8之方法，其進一步包含：

自該微影設備之一量測側獲得第一基準件度量衡資料，及

根據該第一基準件度量衡資料及該差異判定基準件退化之一對產品之影響及/或針對該基準件退化之該影響校正的經校正第一基準件度量衡資料中之一或兩者。

【請求項10】

如請求項9之方法，其中該第一基準件度量衡資料包含該基準件之一

基準件表面的一描述。

【請求項11】

如請求項10之方法，其中該基準件之一基準件表面的該描述包含描述一或多個量測結構在該基準件表面上之一位置的對準感測器資料。

【請求項12】

如請求項10或11之方法，其中該基準件之一基準件表面的該描述包含描述該基準件表面上之一高度的位階感測器資料。

【請求項13】

如請求項9至11中任一項之方法，其包含相對於使用當該基準件已知為良好時獲得之第二經量測所關注參數資料校正的第一經量測所關注參數資料來驗證基準件退化之該對產品之影響及/或經校正第一基準件度量衡資料的一步驟。

【請求項14】

如請求項1至3中任一項之方法，其經執行以判定該基準件是否已退化；且一旦判定退化，便執行如請求項9至11中任一項之方法以判定基準件退化之該對產品之影響及/或經校正第一基準件度量衡資料中之一或兩者。

【請求項15】

一種電腦程式，其包含當在一適合的設備上運行時可操作以執行如請求項1至14中任一項之方法的程式指令。

【請求項16】

一種處理系統，其包含一處理器及一儲存裝置，該儲存裝置包含如請求項15之電腦程式。

【請求項17】

一種微影設備，其包含如請求項16之處理系統。

【請求項18】

如請求項17之微影設備，其進一步包含：

一量測側，其用於對一基板執行量測；

一曝光側，其用於對該基板執行曝光；

一圖案化裝置支撐件，其用於支撐一圖案化裝置；

投影光學器件，其用於將一圖案投影至該圖案化裝置上；及

至少一個基板支撐件，其用於支撐該基板。

